

- 1 -

(Extracted Translation)

Japanese Laid-Open Patent Application

Laid-Open No.: 7-226362

Laid-Open Date: August 22, 1995

5 Patent Application No.: 6-16763

Patent Application Filing Date: Feb. 10, 1994

Applicants: Kabushiki Kaisha Ricoh

Inventors: Y.Sato

10 Title of the Invention:

Photoresist Pattern Forming Method

ABSTRACT:

[Object] This invention aims at providing a method by which, with use of a mask having high
15 degree of freedom, mask changing is easy and a fine pattern can be formed.

[Structure] In accordance with the invention, a mask M1 effective to transfer only a line pattern or a grating-like pattern to the whole surface of
20 an exposure region, is produced by use of a phase shift mask, for example. Then, a second mask M2 effective to expose necessary portions superposedly and to resolve them, while taking the line or grid as a reference, is produced. By
25 using these masks superposedly, a predetermined pattern is formed on a photoresist.

- 2 -

(Page 4, left-hand column, lines 30 - 35)

--[0031] As shown in Figure 6, if a reduction projection exposure apparatus is equipped with a device 10 for producing interference fringe, two patterns, that is, a periodic pattern as well as a mask pattern for extracting a necessary pattern out of the periodic pattern, can be exposed simultaneously. Thus, the exposure time can be shortened, like a conventional case of single mask or, alternatively, it can be shortened much more.--

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-226362

(43) 公開日 平成7年(1995)8月22日

| (51) Int. Cl.* | 識別記号 | 庁内整理番号 | F I | 技術表示箇所 |
|-----------------------------|-------|---------|----------------|---------|
| H 0 1 L 21/027 | | | | |
| G 0 3 F 1/08 | A | | | |
| 7/20 | 5 2 1 | | | |
| | | 7352-4M | H 0 1 L 21/ 30 | 5 0-2 C |
| | | 7352-4M | | 5 2 8 |
| 審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 5 頁) | | | | |

(21) 出願番号 特願平6-16763

(22) 出願日 平成6年(1994)2月10日

(71) 出願人 000008747

株式会社リコー

東京都大田区中馬込1丁目3番6号

(72) 発明者 佐藤 康弘

東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式

会社リコー内

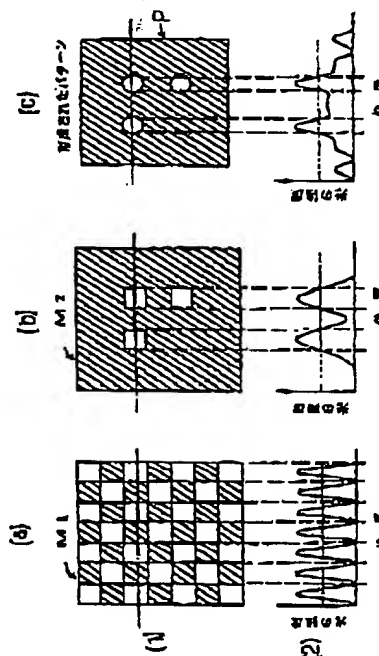
(74) 代理人 弁理士 島居 祥

(54) 【発明の名称】 フォトリソストパターン形成方法

(57) 【要約】

【目的】 この発明は、自由度の高いマスクを用いて、マスクの変更が容易で且つ微細なパターンを形成する方法を提供することを目的とする。

【構成】 この発明は、位相シフトマスク等で露光領域全面にラインもしくは格子状のパターンのみを転写するマスクM1を作製し、そのラインもしくは格子を基準として、必要な部分のみを重ねて露光し、解像させるためのマスクM2を作製し、これらマスクを用いて重ね合わせてフォトリソスト上に所定のパターンを形成する。



(2)

特開平07-226362

【特許請求の範囲】

【請求項1】 フォトリソスト上に異なる複数のパターンを露光し、それらのパターンの合成によってレジストパターンを形成するフォトリソストパターン形成方法であって、露光するパターンのうちの一つを露光領域全面に同じ周期を持った周期的に配列されたパターンとして露光し、このパターンを基準として必要な部分のみを重ね合わせて、解像させるために、所望のパターン形状に応じて作成されたマスクを用意し、このマスクを用いてパターンを重ね合わせて露光することを特徴とするフォトリソストパターン形成方法。

【請求項2】 周期的に配列されたパターンを、位相シフトマスクを用いて露光領域全面に形成することを特徴とする請求項1に記載のフォトリソストパターン形成方法。

【請求項3】 変形照明法を用いることにより、解像度、焦点深度が向上するパターンにて、周期的に配列されたパターンを露光領域全面に形成することを特徴とする請求項1に記載のフォトリソストパターン形成方法。

【請求項4】 基板上に複数の光線を照射し、それらの干渉により生じる干渉縞からなる周期的パターンにより、露光領域全面に周期的に配列されたパターンを形成することを特徴とする請求項1に記載のフォトリソストパターン形成方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は、半導体装置の回路パターンの形成、特にリソグラフィ工程におけるフォトリソストパターンの形成方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 半導体装置の回路パターンの形成に際して、現在の微細化したLSIの場合、実際のパターンの5倍から10倍に拡大された遮光部分と透過部分からなるレチリル（マスク）を水銀ランプのg線、i線を用いる縮小投影露光装置により、半導体基板の表面に塗布されたフォトリソスト上に結像し、これを感光する方法がとられている。

【0003】 上記縮小投影露光装置においては、形成したいパターンが露光波長に近づくとき解像度や焦点深度の不足という問題が生じる。

【0004】 この問題点を解決し、投影光学系の解像限界以上に微細なパターンを形成するために、位相シフト法や変形照明法などの新しい露光方法が提案されている。これらの手法は、周期性のあるパターンに対して有効な手法である。しかしながら、周期性のないパターンや孤立したパターンに対応するためには、マスク上に補助パターンを設けるなどの対策が必要となるため、マスク作製時の大きな問題となっている。

【0005】 また、特開平4-273427号公報（H01L 21/027）に提案されているような露光パ

ターンを複数重ねて露光する方法は、変形照明法や位相シフト法と組み合わせて用いることにより、解像度や焦点深度を向上するのに有効であると考えられる。

【0006】 しかし、この方法においても、光軸をずらして複数のパターンを露光した場合は、フォーカス位置の変動によって露光パターンがシフトすることが予想される。さらに、基板もしくはマスクを移動させてパターンを重ねる場合は、それらの移動精度が問題となる。

【0007】 また、微細なパターンが必要な部分のみを重ね合わせて露光するような構成にした場合、常に周期性のあるパターンを含むマスクと、重ね合わせて露光すべきパターンを含むマスクを1組にして作成する必要がある。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、基板上に形成されるパターンの精度が周期的なパターンにより決まるため、周期的なパターンを精度よく形成する必要があり、マスク作製にコストと時間がかかるという問題がある。

【0009】 また、変形照明法を用いた場合、最適化したマスクや位相シフトマスクを作製する場合と同様に、少量多品種生産には不向きであると考えられる。

【0010】 この発明は、上述した各方法に見られるマスクパターンの制限やフォトマスク作成の問題点を解消し、従来の方法に近い自由度の高いフォトマスクを用いて、微細なパターンを形成する方法を提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】 この発明は、光の干渉縞を利用して周期的なパターンのみを基板上に露光する装置、又は位相シフトマスク等で露光領域全面にラインもしくは格子状のパターンのみを転写するマスクを作製し、そのラインもしくは格子を基準として、必要な部分のみを重ねて露光し、解像させるためのマスクを作製し、これらマスクを用いて重ね合わせてフォトリソスト上に所定のパターンを形成する。

【0012】

【作用】 この発明によれば、製造するパターンが変わった場合でも、マスクの変更は特別な周期構造や微細構造を含まない部分のみで済むためマスクの作製が容易になり、かつ、形成されるパターンの寸法は同時に露光される周期的パターンとの合成で決まるため、微細なパターンが形成できる。

【0013】

【実施例】 以下、この発明の実施例につき図面を参照して説明する。まず、この発明の方法をホールパターンを形成する場合に適用した場合の実施例を図1及び図2に従い説明する。

【0014】 この発明は、図1(a)に示すような周期的なパターンをもつマスクM1を用意し、このマスクを

(3)

特開平07-226362

用いて周期的なパターンをフォトレジスト上に形成する。形成された周期的なパターンに、(b)に示すような必要なパターン形状により作成されたマスクM2を合成してフォトレジスト上に露光し、(c)に示すようにフォトレジストP上に所定のパターンを形成するものである。

【0015】この第1の実施例では、露光領域に等間隔の微細なホールパターンを露光するために位相シフトマスクM1を用いている。位相シフトマスクM1は、マスクを透過する光の位相を変調するためスピンオンガラス等を用いた位相シフトが形成されているが、シフト膜厚の制御やシフト欠陥の検出が困難である。そのため、位相シフトマスクのみで必要なパターンを形成する場合時間と費用がかかるので、ASIC等の少量多品種生産を行うものに対しては適用が難しい。

【0016】このため、前述したように、この発明では、図1に示すように、位相シフトマスクM1と、必要なパターンを解像させるためのマスクM2を用いる。位相シフト用のマスクM1は、露光領域全面に同じ周期性をもった格子状またはライン状の周期性パターンが形成されている。この実施例では、市松模様の格子のパターンが形成されたマスクM1を用いている。このマスクM1を用いて、位相シフト法により、基板上的フォトレジストに微細でコントラストの高い周期的なパターンを形成する。マスクM1は、同じ周期性を持って形成されているので、周期性のないパターンでは、解像度、焦点深度の改善効果が少ないという問題点を避けることができる。

【0017】そして、マスクM2は、マスクM1の周期的パターンの2倍程度の大きさの最小パターンサイズのクロムマスクであり、マスクM2の開口部はマスクM1の開口部を被うように形成されている。

【0018】近接した複数個のホールを形成する場合は、マスクM1上で複数個のホールに当たる領域をマスクM2で開口するようにして、重ねて露光し、図1(c)に示すようにホールを形成する。

【0019】そして、パターン変更の場合は図2(a)に示すように、マスクM2のパターンのみ変更する。マスクM1上で複数個のホールに当たる領域をマスクM2で開口するようにして、重ねて露光し、図2(b)に示すように、フォトレジストP上にホールを形成する。

【0020】これら2枚のマスクパターンを重ねて露光した場合の光強度のプロファイルは、図1の(2)に示すようになる。位相シフト用のマスクM1を用いた場合の光強度プロファイルは非常に急峻になるため、マスクM2との合成によるプロファイルは、マスクM2のみの場合に比べて微細で露光時間の変動に対して寸法の変動が少ないホールが形成できる。また、フォーカスがずれた場合でも位相シフトマスクによる露光成分は高いコントラストを保っているため、デフォーカス特性も改善さ

れる。

【0021】さらに、基板上に転写するパターンの変更はマスクM2のみで行っているため、パターンの変更の度に位相シフトマスクを作成する必要がなくなり、位相シフトマスクを用いることによるマスク作成の不自由さが解消される。

【0022】次に、周期的なパターンをもつマスクM1を用意し、このマスクを用いて周期的なパターンをフォトレジスト上に、変形照明法により形成する第2の実施例を図3及び図4に従い説明する。

【0023】図3は変形照明法を用いた場合のマスクと光源の形状を示したものである。図3に示す投影露光装置は、照明光学系1の光軸が通る中央部以外に透過部を有する変形照明用遮光部10を有し、照明光学系1の光軸上を通らない2つの光束がレンズ11を介してマスク3に対して特定の方向と角度で照明する。このマスク3は、図3に示すように、光透過部と遮光部とが所定のピッチで繰り返し形成された周期的パターンを有する。マスク3で発生した0次回折光と1次回折光が投影レンズ4を介して基板5上に結像される。

【0024】ところで、変形照明法を用いる場合、特定のパターンに対する焦点深度や解像度をあげようとする、他のパターンでこれらが下がってしまうため、マスク上に様々なパターンがある場合、ある程度変形照明の効果を犠牲にして、パターン依存性を減らした光源形状を用いる必要がある。しかし、マスク上のパターンを特定の周期パターンのみにするれば、もっとも効果的な形状の光源を用いることができるため、変形照明の効果を有効に使うことができる。

【0025】この実施例では、基板上で高いコントラストを持ち、焦点の変動に対するコントラストの低下がもっとも少なくなるように、マスク3のパターンが決められている。すなわち、図3及び図4(a)に示すように、マスク3として、マスクM1の格子状パターンのマスクを用い、高いコントラストによる0次回折光と、1次回折光が光軸に対して同じ角度を持つ、すなわち $\theta_1 = \theta_2$ となるように構成されている。

【0026】上記した方法により微細でコントラストの高いパターンを基板上に形成し、前述した第1の実施例と同様に、図4(b)に示すように、マスクM1の周期的パターンの2倍程度の大きさの最小パターンサイズのマスクM2を用いて重ねて露光し、図4(c)に示すようなパターンを基板5のフォトレジストP上に形成する。

【0027】上記したように、変形照明法を用いて、微細でコントラストの高いパターンを形成した後、様々なパターンのマスクM2を組み合わせることで、微細なパターンが形成可能になり、変形照明法の問題であるマスクパターンに補助パターンなどの特殊なパターンをいれることや、パターンに合わせて光源の形状を変更する手間が省け、露光パターンの変更が容易に行える。

(4)

特開平07-226362

【0028】図5は、レーザなどの干渉性のよい光源からの光を用いてレジスト上に干渉縞を生じさせ、その干渉縞を用いて、露光領域前面に同じ周期をもった周期的パターンを形成する装置を示している。この装置は、レーザからなる光源6からの光をビームエキスパンダー7を介してハーフミラー8に与える。ハーフミラー8にて2つの全反射ミラー9、9に光が与えられ、全反射ミラー9、9から基板5に光をそれぞれ照射し、基板5上に干渉縞を形成するものである。

【0029】ところで、縮小投影露光装置を用いて、マスク上のパターンから回折光を基板上で干渉させた場合、形成できる最小の干渉縞のピッチは、露光装置の投影レンズの開口数(Numerical Aperture, NA)で決まる。しかし、図5に示す方法で、干渉縞を生じさせる場合、投影面に入射する複数の光束のつくる角度でより微細なピッチを持つ干渉縞を生じさせることができる。この干渉縞のピッチを、上記各実施例で用いたマスクM2の解像限界以下にすれば、第1実施例のように、同一の光学系で複数のマスクを用いた場合よりさらに微細なパターン形成が可能である。

【0030】図6は縮小投影露光装置に干渉縞を発生させる装置を組み込んだ例を示す模式図、図7は図6に用いられる干渉縞を発生させる装置を示す模式図である。図6において、21は投影露光光学系、22はマスク(レチクル)、23は投影レンズ、5は基板、10は干渉縞を発生させる装置をそれぞれ示す。干渉縞を発生させる装置は、図7に示すように、光源6とビームエキスパンダー7と、3つのハーフミラー8及び4つの全反射ミラー9で構成されている。

【0031】図6に示すように、縮小投影露光装置に干渉縞をつくるための装置10を取り付けければ、周期パターンとその中から必要なパターンを取り出すためのマスクパターン2つのパターンを同時に露光することが可能となり、露光時間を従来の1枚のマスクの場合と同様、あるいはさらに短くすることができる。

【0032】また、干渉縞のパターンは光学系の配置により様々な形のものをつくることのできるため、露光し

たいパターンに応じて最適のものを選ぶことができる。

【0033】

【発明の効果】この発明によれば、フォトリソスト上に異なる複数のパターンを露光し、それらのパターンの合成によってレジストパターンを形成するフォトリソストパターン形成方法において、露光するパターンのうちの1つを位相シフトマスクを用いて露光された露光領域全面に同じ周期を持った周期パターンとすることによって、位相シフトマスクの効果をもっとも効率よく利用してコントラストの高いパターンを露光することが可能となるとともに、露光パターンの変更が容易に行える。

【0034】又、この発明によれば、変形照明法を用いた場合でも、周期性のあるパターンに大抵って解像度、焦点深度の改善効果が大きいため、コントラストの高いパターンを露光することが可能となるとともに、露光パターンの変更が容易に行える。

【0035】さらに、光の干渉縞を用いて周期的なパターンを形成することにより、露光する光学系の開口数に制限されずにより微細なパターンを形成することができ

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の原理を示す説明図である。

【図2】パターン変形を行った場合の説明図である。

【図3】変形照明法を用いて周期的パターンを露光するための光学系を示す模式図である。

【図4】変形照明法を用いてこの発明のパターンを形成を説明する説明図である。

【図5】干渉縞を利用して周期的パターンを作成するための装置を示す模式図である。

【図6】干渉縞を発生する装置を組み込んだ縮小投影露光装置の一例を示す模式図である。

【図7】図6の装置における干渉縞を発生させる光学系を示す模式図である。

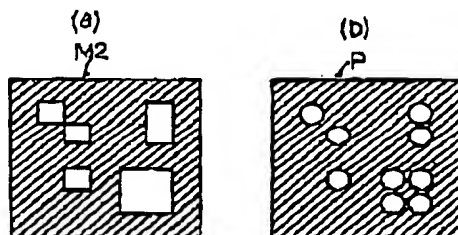
【符号の説明】

M1 周期性のあるパターンが形成されたマスク

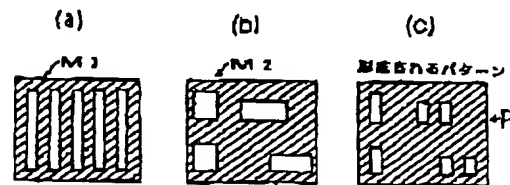
M2 所望のパターンが形成されたマスク

P フォトリソスト

【図2】



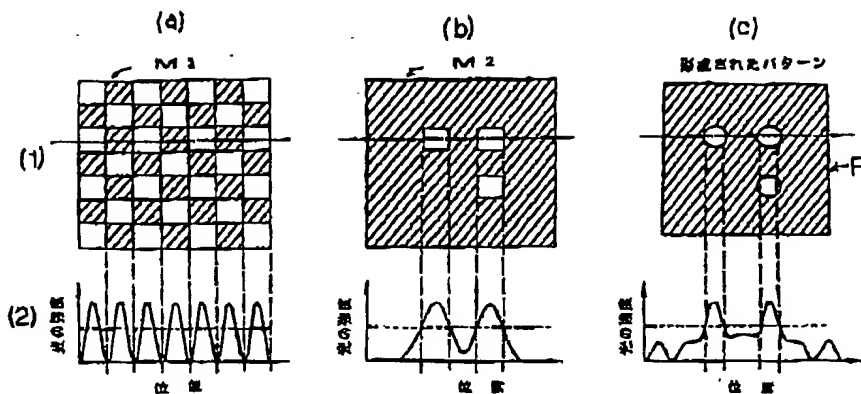
【図4】



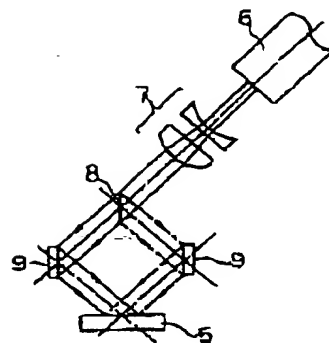
(5)

特開平07-226382

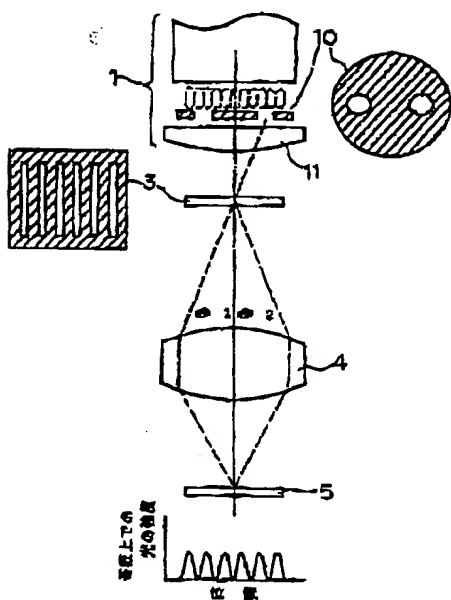
【図1】



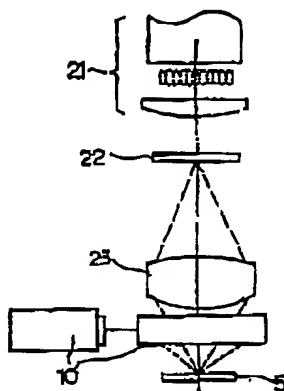
【図5】



【図3】



【図6】



【図7】

